AMAZONIANA	VII	I	31 – 48	Kiel, Dezember 1980

Ökologischer Einfluß von Tsetsefliegenbekämpfung mit Dieldrin im Hochland von Adamaoua (Kamerun)

von

Paul Müller, Peter Nagel und Werner Flacke

Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland

1. Einleitung

Die ökosystemaren Folgewirkungen von Insektiziden, die im Rahmen von Tsetsefliegen-Bekämpfungsprojekten im Hochland von Adamaoua ausgebracht wurden, lassen sich nur dann realistisch abschätzen, wenn die auf den definierten Wirkstoff (in diesem Fall DIELDRIN) rückführbaren Biosystemveränderungen sicher angesprochen, von anderen Einflußfaktoren abgesetzt und der Transport und Verbleib des Wirkstoffes (inkl. seiner Derivate) in den Nahrungsketten am Standort bestimmt und verfolgt werden können. Dies ist nur möglich über gezielte Monitoring-Programme, die neben der Erfassung von Wirkungen und Trends (u.a. Akkumulationen der polychlorierten Kohlenwasserstoffe, akute Absterberate der Organismen, Populationsdiminuationen) über Nahrungskettenanalysen am Standort zu einer realen Abschätzung der Belastung der dortigen Ökosysteme führen. Wesentlich dabei ist die Frage, ob der Störfaktor (Insektizidapplikation) innerhalb der Toleranzgrenzen des Ökosystems kompensiert werden kann, oder ob Strukturänderungen des Systems festgestellt werden können. Die Anwendung von Trend- und Wirkungskatastern erlaubt Aufschlüsse über Umfang und Richtung dieser Strukturänderungen. Kataster erfordern das Herausarbeiten von geeigneten Indikatoren auf Einzelorganismenbasis wie auch auf Populations- oder Biozönosenbasis. Die Ermittlung solcher Bioindikatoren für das Untersuchungsgebiet sowie deren Praktikabilität auch in weiteren Bereichen Westafrikas stellte ein weiteres Ziel vorliegender Untersuchung dar. Die konkrete Arbeitsweise bei solcher Projektvorgabe erfolgte über Biozönosenanalysen (Struktur, Funktion, Dynamik) und Rückstandsanalysen unter Berücksichtigung der Nahrungsketten sowohl vor als auch nach einer (in der Regel) einmaligen Insektizidapplikation.

Die folgenden Ausführungen stellen einen Auszug aus dem umfangreichen Bericht des Projektes "Ökologische Kontrolle im Rahmen der Tsetsefliegenbekämpfung in Adamaoua, Kamerun", Auftraggeber GTZ, Eschborn, dar. Dieser enthält auch die umfangreiche Bibliographie.

2. Untersuchungsmethoden und Untersuchungsgebiet

2.1 Untersuchungsgebiet und Termine der Insektizidapplikation

Das Untersuchungsgebiet beschränkte sich aus technischen Gründen auf ein relativ kleines Galeriewald-Ökosystem südlich von Minim in Zentral-Adamaoua. Es handelt sich um ein Gebiet mit relativ weiten Tälern und flachen Hängen, die 1200 m bis 1250 m Höhe NN erreichen. Der Galeriewald besitzt eine durchschnittliche Breite von 30 - 40 m und ist von einem kleinen, auch während der Trockenzeit niemals vollständig austrocknenden Bach durchflossen. Der Savannenbereich ist eine Baumsavanne ("Southern Guinea Zone"). Buschfeuer finden regelmäßig während der Trockenzeit statt. Normalerweise rechnet man in Adamaoua mit einer Trockenzeit, die von November bis März und einer Regenzeit, die von April bis Oktober dauert, wobei die jährlichen Niederschläge Werte von 1600 - 1700 mm erreichen.

Die wichtigsten Daten der Insektizidapplikation lauten:

Sprühgebiet:	Adamaoua, südl. Minim, 6.49 N - 12.52 E
Vegetation:	Galeriewald, ca. 40 m breit, ca. 3 km lang
Sprühdatum:	14. März 1979, 6.30 h - 7.00 h
Sprühträger:	Helikopter mit Einrichtung für 20 m-Sprühbahnen
Insektizid:	Ensodil EF 4220 (Shellsol R/Dutrex)
Wirkstoff:	Dieldrin
Formulierung:	in Öl
Wirkstoffgehalt:	Soll: 18 %, gefunden: 14,8 % - 18,3 %
Sprühdosis:	5 Liter/ha
Ausgebrachter Wirkstoff:	750 g/ha (bei 15 %-Formulierung) – 900 g/ha (bei 18 %-Formulierung)
Tsetse-Species	Glossina morsitans submorsitans

2.2 Ökologische Untersuchungsmethoden

Im Rahmen der Erstellung eines Wirkungskatasters wurden aus möglichst vielen Trophieebenen innerhalb des Nahrungsnetzes des Galeriewald-Ökosystems sowie des angrenzenden Savannen-Ökosystems Informationen gewonnen. Hierzu erfolgte zunächst eine Erfassung des Zustandes der Biozönosen vor der erstmaligen Insektizidapplikation. Diese Ist-Kontrolle läßt sich mit einer Untersuchung ein Jahr später direkt vergleichen. Der unmittelbare Einfluß des Pestizides wurde in einem Zeitraum direkt nach der Applikation erfaßt. Aufgrund der klimatischen Prämissen erfolgte eine Kontrolluntersuchung gegen Ende der Regenzeit bzw. zu Beginn der Trockenzeit, um jahreszeitliche Aspekte in der Biozönosenstruktur besser abschätzen zu können. Diese vier Untersuchungsperioden (am Standort selbst) waren folgendermaßen zeitlich festgelegt:

I:	31. I. 1979 – 9. III. 1979
Sprühtermin:	14. III. 1979
II:	15. III. 1979 – 7. IV. 1979
III:	16. XI. 1979 – 10. XII. 1979
IV:	5. II. 1980 – 1. III. 1980

Die phänologischen Begleituntersuchungen erwiesen sich dabei als unumgänglich zur Absicherung gewonnener Daten und deren kausale Verknüpfung mit Pestizideinflüssen. Bewährte Parameter zur Beschreibung der Biozönosenstruktur und darauf basierend aussagekräftig für Stabilität und Exponierung gegenüber exogenen Faktoren sind die einzelnen Diversitätswerte (H_s, J_s, H_{diff}, jeweils berechnet nach SHANNON-WIENER, Logarithmen-Basis ln). Möglichkeiten und Grenzen der Diversitätsermittlung sind heute außerordentlich gut untersucht, so daß ihre Aussagefähigkeit gut abgesichert werden kann.

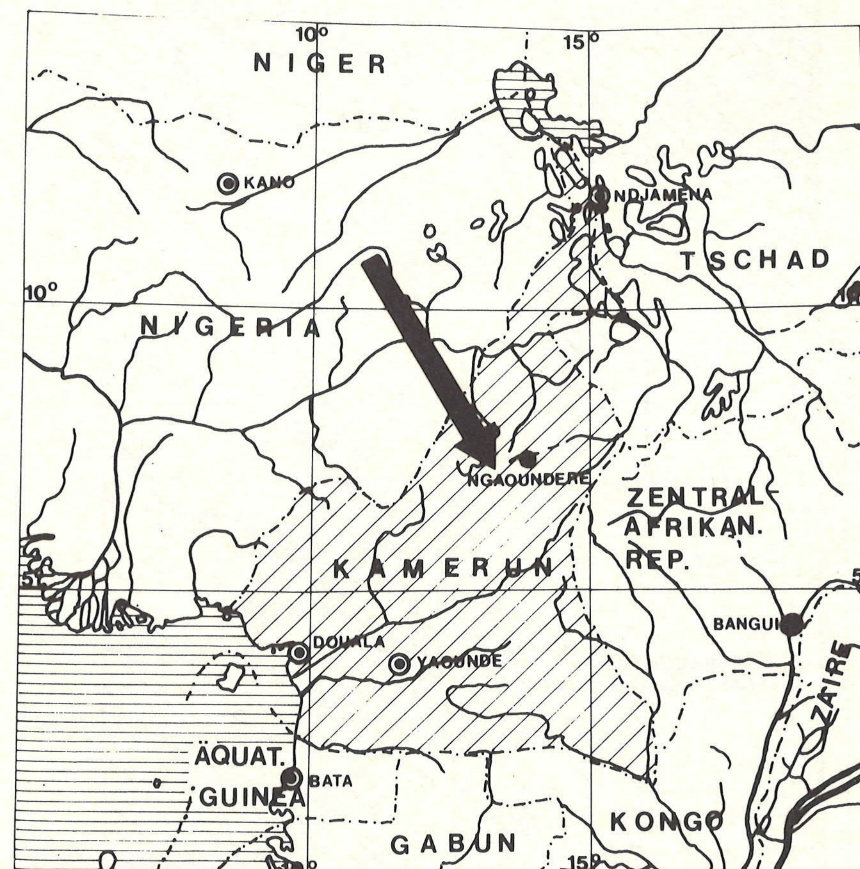


Abb. 1: Untersuchungsgebiet (Pfeil) im Südwesten von Ngaoundere (Kamerun)

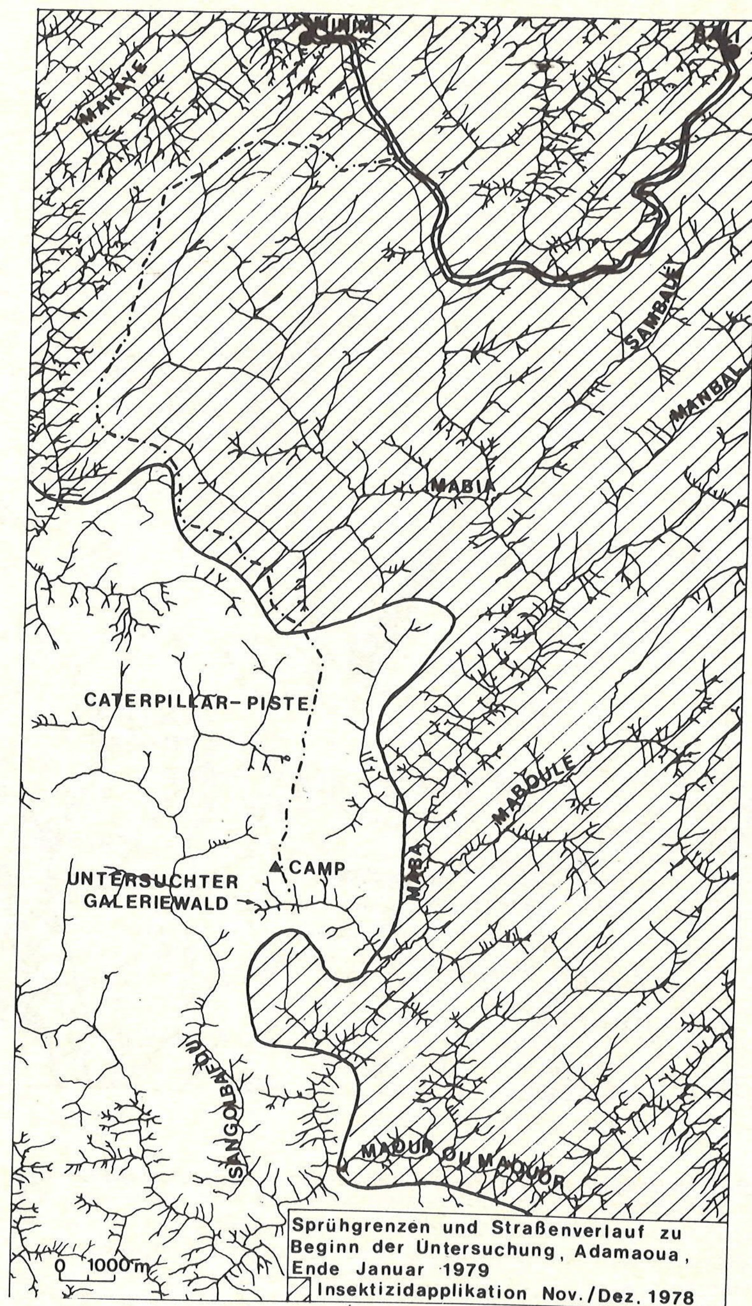
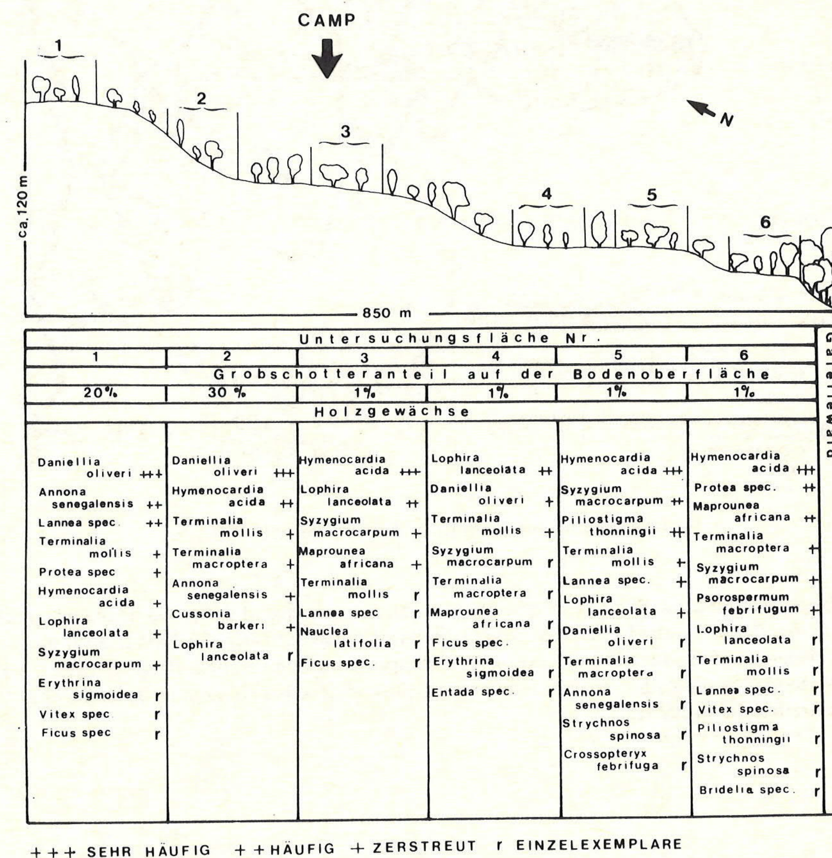


Abb. 2: Sprühgrenzen- und Straßenverlauf im Untersuchungsgebiet

VEGETATIONSPROFIL 6.49 N, 12.52 E; ca. 2 fach überhöht



Untersuchungsfläche Nr.						Galeriewald
1	2	3	4	5	6	
Grobschotteranteil auf der Bodenoberfläche						
20%	30 %	1%	1%	1%	1%	
Holzgewächse						
Daniellia oliveri +++	Daniellia oliveri +++	Hymenocardia acida +++	Lophira lanceolata ++	Hymenocardia acida +++	Hymenocardia acida +++	
Annona senegalensis ++	Hymenocardia acida ++	Lophira lanceolata ++	Daniellia oliveri +	Syzygium macrocarpum ++	Protea spec. ++	
Lannea spec. ++	Terminalia mollis +	Syzygium macrocarpum +	Terminalia mollis +	Piliostigma thonningii ++	Maprounea africana ++	
Terminalia mollis +	Terminalia macroptera +	Maprounea africana +	Syzygium macrocarpum r	Terminalia mollis +	Terminalia macroptera +	
Protea spec +	Annona senegalensis +	Terminalia mollis r	Terminalia macroptera r	Lannea spec. +	Syzygium macrocarpum +	
Hymenocardia acida +	Cussonia barkeri +	Lannea spec r	Maprounea africana r	Lophira lanceolata +	Psorospermum febrifugum +	
Lophira lanceolata +	Lophira lanceolata r	Nauclea latifolia r	Ficus spec. r	Daniellia oliveri r	Lophira lanceolata r	
Syzygium macrocarpum +		Ficus spec. r	Erythrina sigmoidea r	Terminalia macroptera r	Terminalia mollis r	
Erythrina sigmoidea r			Entada spec. r	Annona senegalensis r	Lannea spec. r	
Vitex spec r				Strychnos spinosa r	Vitex spec. r	
Ficus spec r				Crossopteryx febrifuga r	Piliostigma thonningii r	
					Strychnos spinosa r	
					Bridelia spec. r	

+++ SEHR HÄUFIG ++ HÄUFIG + ZERSTREUT r EINZELEXEMPLARE

Abb. 3: Vegetationsprofil im Untersuchungsgebiet

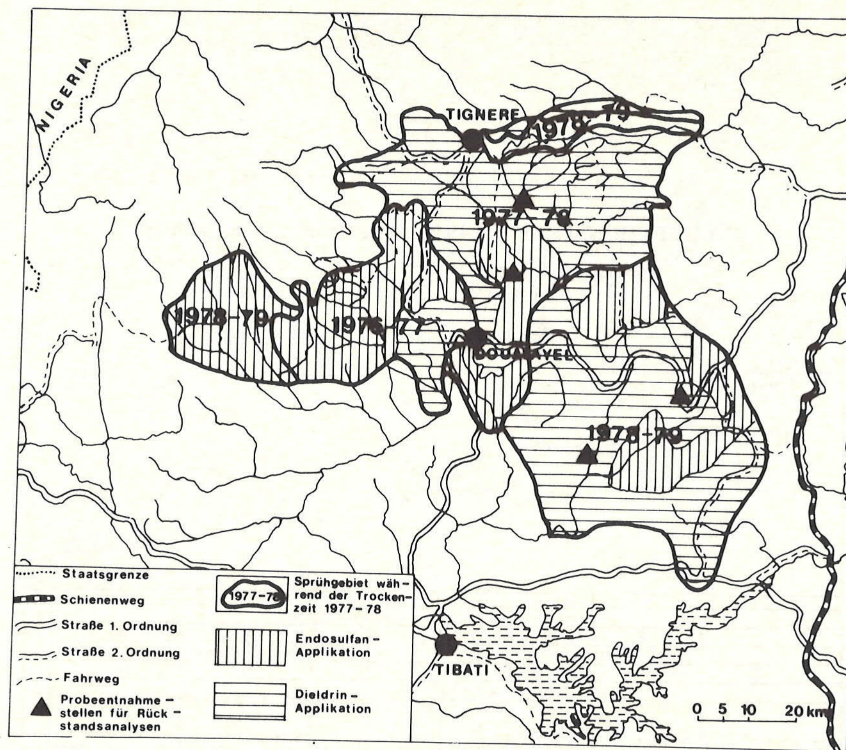


Abb. 4: Sprühgebiete am Ende der Trockenzeit 1978/79

Einige der Standorte der Erfassungseinrichtungen der Fauna sind in beiliegender Karte dargestellt (Abb. 6). Da das Pestizid zwar über dem Galeriewald versprüht wurde, jedoch in zwei parallelen Streifen, die auch auf die angrenzende Savanne überlappten, wurden Paralleluntersuchungen – soweit von der Methode her möglich – sowohl im dichten Galeriewald selbst als auch im anschließenden Savannenstreifen durchgeführt.

AKTUELLE NIEDERSCHLAGSVERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

(BISHER LIEGEN DIE AKTUELLEN DATEN DER METEOROLOGISCHEN STATION AM FLUGPLATZ VON NGAOUNDERE NOCH NICHT VOR)

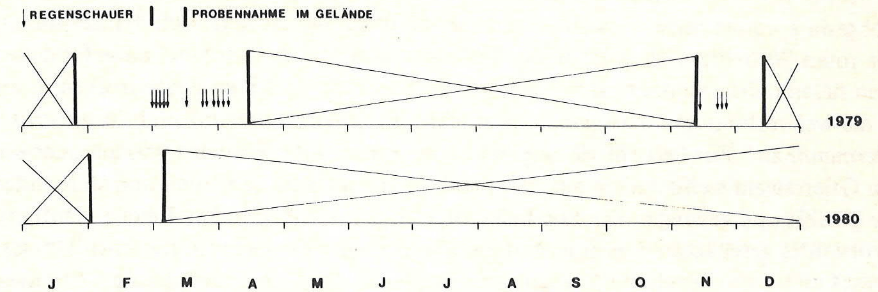


Abb. 5: Niederschlagsverhältnisse während der Untersuchungsperioden und Probennahme

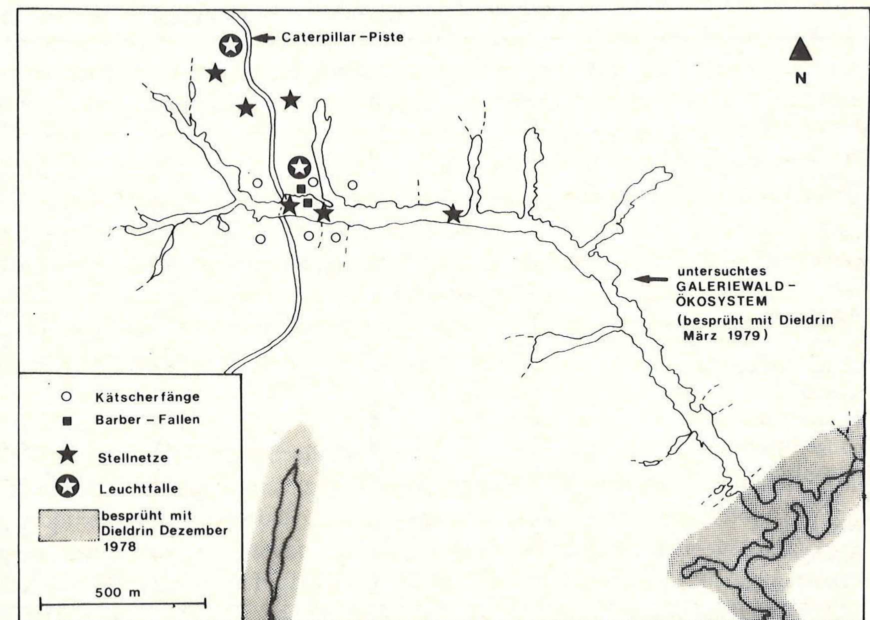


Abb. 6: Eingesetzte Untersuchungsmethoden und -standorte zur Analyse der Zoozönosenstruktur im Untersuchungsgebiet

3. Biozoenologische Ergebnisse

3.1 Direkte DIELDRIN-Wirkungen

Im Gegensatz zu mehreren Befunden anderer Autoren in Kenya, Zentral- und Nordost-Nigeria konnten im untersuchten Galeriewaldökosystem direkt nach der Besprühung keine toten Wirbeltiere festgestellt werden. Unter den tot oder sterbend aufgefundenen Tieren fielen neben Spinnen, Hummeln und großen Feld- und Laubheuschrecken besonders die weitverbreiteten massigen Schwarzkäfer *Pycnoceros sulcatus* und *Pycnoceros westermanni* auf. Zur Quantifizierung der Sofortwirkung des Pestizids wurden quer durch einen Galeriewald weiße Laken ausgelegt und die darauffallenden toten und sterbenden Tiere gezählt und gewogen. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 1 aufgeführt. Bei vorsichtig geschätzter Gesamtzoomasse oberirdischer Evertebrata von etwa 100 kg/ha bedeutet dies einen absoluten Verlust von mindestens 10 % der oberirdischen Zoomasse.

Tab. 1: Anzahl und Gewicht toter Arthropoden auf 18,75 m^2 Tuchfläche nach Dieldrin-Applikation (900 g/ha) mit dem Helikopter am 18. II. 1980, 8.40 h

Tiergruppe	Kontrolle 18.II., 10 h	Kontrolle 18.II., 13.30 h	Kontrolle 19.II., 11 h	
	Anzahl N	Anzahl N	Anzahl N	Gewicht G (g)
Acari	0	–	1	< 0,01
Araneae	0	4	33	0,09
Blattodea	0	–	1	0,03
Saltatoria	0	3	10	0,17
Thysanoptera	0	–	2	< 0,01
Cicadina	0	–	26	0,03
Aphidina	0	–	1	< 0,01
Heteroptera	0	6	17	0,05
Coleoptera				
Apioninae	0	–	35	0,03
übrige Curculionidae	0	–	29	0,01
übrige Coleoptera	0	–	49	0,02
Hymenoptera				
Formicoidea	0	4	136	0,11
übrige Hymenoptera	0	2	43	0,02
Microlepidoptera	0	1	3	< 0,01
Diptera				
Nematocera	0	–	10	< 0,01
Brachycera	0	5	59	0,05
Larven (Lepidoptera)	0	1	8	0,14
n	0	8	17	
Σ N/G	0	26	463	0,76

(5 x <0,01 = 0,01)

Tab. 2: Arthropoden-Gesamtmortalität in Adamaoua

	nach 2 Std.	nach 24 Std.		nach 30 Tagen		pro Trockenzeit		nach 6 Jahren (Projektende)	
		N	G	N	G	N	G	N	G
pro ha Galeriewald	0	0,25 x 10^6	0,4 kg	5,5 x 10^6	9 kg				
40 000 ha Galeriewald						225 x 10^9	360 Tonnen		
2.000.000 ha Galeriewald (= 1 000 000 ha tsetse-freies Gebiet								1 x 10^{12}	1800 Tonnen

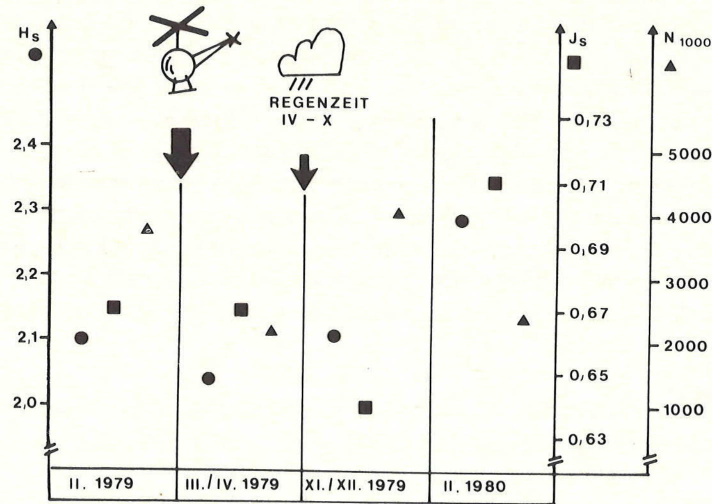
3.2 Wirkungen auf epigäische Arthropoden

Die Auswertung der Arthropoden aus Barberfallen im Galeriewaldbereich zeigt den starken Individuenrückgang direkt nach dem Sprühen, den erneuten Populationsaufbau während der Regenzeit und die fast vollständige Restauration in der neuen Trockenzeit. Diversitäts- und Äquitätsanalysen unterstützen diese Aussage, wobei bei einem Vergleich des Savannenstreifens mit dem Galeriewaldinnern die Unterschiede darin liegen, daß im stärker betroffenen Galeriewald die Wiederherstellung ursprünglicher Biozönosen erst nach Ende der Regenzeit (im Gegensatz zum Beginn der Regenzeit) erfolgt. Fast bei allen Gruppen, besonders stark auch bei den Coleoptera ist aber auffallend, daß auch nach einem Jahr nach der Applikation die ursprüngliche Populationsgröße, gemessen an der Individuenzahl, noch nicht wieder erreicht wird. Die Diversitätsanalysen beruhen auf der Basis größerer systematischer Einheiten wie Ordnungen oder Familien und sind daher nur bedingt verwertbar. So können zum jetzigen Zeitpunkt der Auswertung noch keine generellen Aussagen über Veränderungen in der Artenzusammensetzung oder in der Zusammensetzung der Vertreter der einzelnen ökologischen Nischen gemacht werden.

3.3 Wirkungen auf die hypergäische Fauna

Von der Auswertung quantitativer Lichtfänge seien zunächst die Artenzahlen sämtlicher Macroheterocera (Lepidoptera) herausgegriffen. Dabei fällt zunächst die Artenreduktion vom Zeitraum vor dem Sprühen (I) zum Vergleichszeitraum ein Jahr später (IV) von 102 auf 58 auf. Ohne daß eine Individuenreduktion festzustellen wäre (266 bei I, 374 bei IV), können ein Jahr nach dem Sprühen fast 80 % (80 Arten) der ursprünglichen Arten nicht mehr nachgewiesen werden. Dies kann aber nicht ausschließlich auf Pestizideinfluß zurückgeführt werden, da andererseits auch 36 Arten ein Jahr nach dem Sprühen auftreten, die vorher nicht erfaßt werden konnten. Dennoch muß man davon ausgehen, daß von den

ARTHROPODA Bodenfallenauswertung auf Ordnungs- niveau (ohne Collembola, Isoptera, Formicoidea) GALERIEWALDBEREICH



COLEOPTERA Bodenfallenauswertung auf Familienniveau

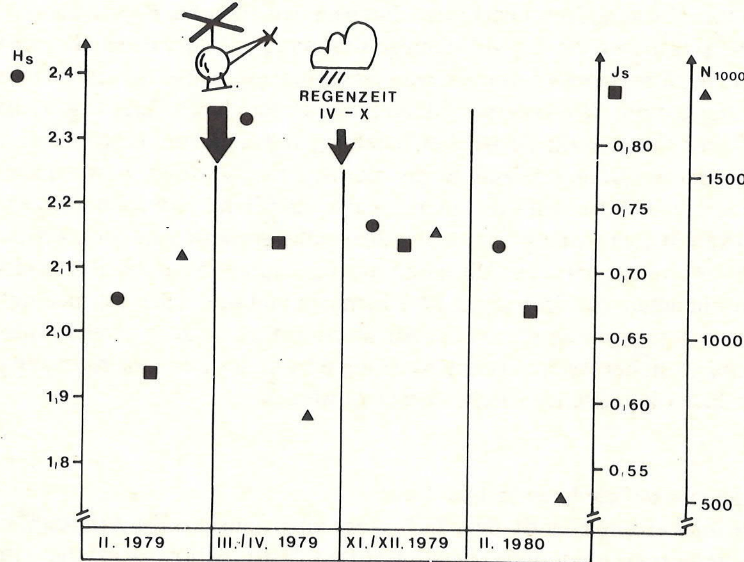


Abb. 7: Diversität (H_s), Äquität (J_s) und Abundanz (N_{1000} = Individuen auf 1000 Fallennächte) von Arthropoden (Ordnungsniveau oben, Familienniveau unten) im Untersuchungszeitraum

59 ausschließlich vor dem Sprühen gefundenen Arten ein erheblicher Teil (schätzungsweise die Hälfte) durch das Pestizid in diesem Gebiet vollständig vernichtet oder so in der Individuenzahl reduziert wurde, daß man – wenn überhaupt – nur mit einem äußerst lange dauernden Populations-Wiederaufbau rechnen kann. Die Diversitätsanalyse (auf Artniveau) trägt dieser Vermutung Rechnung, da durch sie eine deutliche Schädigung der Biozönose deutlich wird. Der starke Rückgang des H_S-Wertes verdeutlicht die zunehmende Labilität der Macroheteroceren-Zönose und damit auch die stärkere Empfindlichkeit gegenüber weiteren äußeren Einflüssen, wie z. B. dem Abholzen weiter Galeriewald-Bereiche zur Landnutzung.

Während die zunehmende Humidität während der zweiten Untersuchungsperiode (III/IV. 1979) den abundanzreduzierenden Effekt des Pestizids so stark kompensieren kann, daß die Individuenzahlen sogar steigen, kann auch nach einem Jahr im Gegensatz zu den epigäischen Arthropoden weder bei den Macroheterocera als Gesamtheit noch bei einzeln herausgegriffenen Familien wie Noctuidae oder Sphingidae eine deutliche Individuenzahlreduktion als Späteffekt der Pestizidapplikation nachgewiesen werden. Stark von Witterungsverhältnissen abhängige Gruppen wie z. B. die Sphingidae reagieren auch bezüglich ihres Diversitätswertes anders als z. B. die Noctuidae. In der vergleichbaren Trockenzeit, in der Witterungseinflüsse keine Rolle mehr spielen, sind diese Unterschiede dann wieder weitgehend ausgeglichen. Während die Noctuidae ähnlich wie die Macroheteroceren als Gesamtheit eine deutliche Diversitätsverminderung zeigen, ist der H_S-Wert der Sphingidae fast auf dem gleichen Stand geblieben.

Tab. 3: Quantitative Lepidopterenfänge am Leuchttuch

Ges. Macroheterocera 274 Arten 2253 Individuen

Zeitraum:	I	II	III	IV	I + IV
Artenzahl gesamt:	102	92	91	58	22
Artenzahl ausschließlich:	59	63	65	31	13
Davon nicht zum Zeitraum 4:	80	–	–	–	
Davon nicht zum Zeitraum 3 oder 4:	71	–	–	–	
Davon nicht zum Zeitraum 1:	–	–	–	36	
Individuenzahl:	271	942	666	374	
Diversität:	4.12	3.30	4.06	3.69	
Häufigkeitsklassen					
Bis 0:	172	182	183	216	
Bis 4:	90	70	64	43	
Bis 12:	8	14	18	11	
Bis 28:	4	5	5	1	
Bis 60:	0	1	4	3	
Bis 124:	0	0	0	0	
Bis 252:	0	2	0	0	
Ähnlichkeitsmatrix					
I	0.0	19.000	15.000	22.000	
II	0.196	0.0	12.000	9.000	
III	0.155	0.131	0.0	9.000	
IV	0.275	0.120	0.121	0.0	

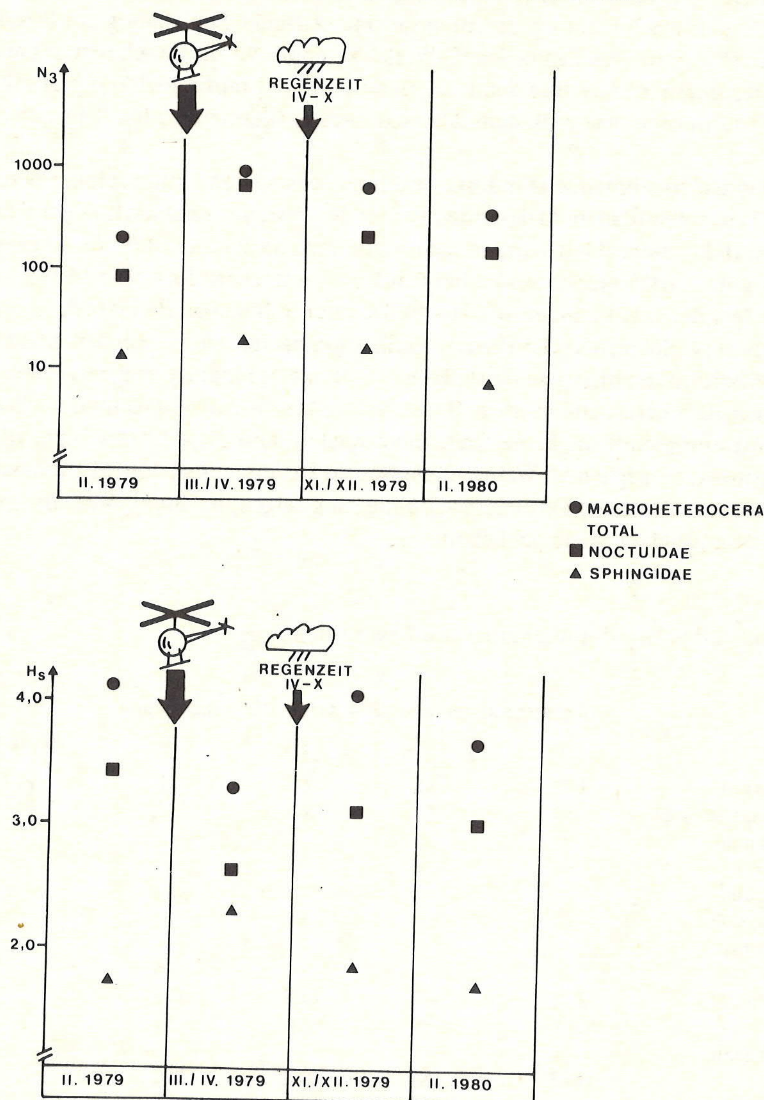


Abb. 8: Abundanz (oben, N_3 = Individuen in 3 Fangnächten) und Diversität von Nachtfaltern in Lichtfallen

3.4 Wirkungen auf die aquatische Fauna

Im Gegensatz zum wasserlöslichen Endosulfan sind bei der aquatischen Fauna nach Dieldrin-Applikation höchstens geringe direkte Einflüsse zu erwarten. In der Abundanz der beiden häufigsten Fische des kleinen Fließgewässers, *Aphyosemion bualanum* und dem auch für den menschlichen Verzehr gefangenen *Clarias walkeri* konnten keine Änderungen nach der Dieldrin-Applikation festgestellt werden, weder direkt nach dem Sprühen noch ein Jahr danach. Nur die direkt exponierten, auf der Wasseroberfläche lebenden Amphicorisae (Heteroptera) scheinen deutlich seltener geworden zu sein, ein Effekt, der auch noch nach einem Jahr feststellbar war. Die übrige aquatische Fauna (Macrobenthos, z. B. Turbellaria, Coleoptera, Larven von Dipteren, Odonaten, Trichopteren, Ephemeropteren) scheint in ihrer Abundanz nicht verändert worden zu sein.

4. Rückstands- und Nahrungskettenanalysen

Sinnvolles ökologisches Monitoring ist nur möglich bei Verknüpfung biozönologischer Untersuchungen mit der Kontrolle des Schadstoffverbleibs in den Nahrungsnetzen. Normalerweise nimmt mit höherer trophischer Stellung einer Art in der Nahrungskette auch deren Aktionsbereich zu. Dadurch erhöht sich zwar ihr Informationsgehalt, doch zu dessen Entschlüsselung ist die Kontrolle wesentlich komplexerer Nahrungsnetze notwendig. Neben der Habitatgröße spielt auch die Standorttreue eine wesentliche Rolle bei der Interpretation rückstandsanalytischer Befunde. Da vor der Besprühung des näher untersuchten Galeriewaldes bereits weite Bereiche Adamaouas mit Dieldrin besprüht worden waren, erschien eine Kontrolle verschiedener Tiere auf ihren Dieldrin-Gehalt notwendig.

Tab. 4: Dieldrin-Gehalt (ppm/FG) vor dem Sprühen (Februar 1979)

Art	$\tilde{x}/\bar{x}$	Min	Max	n
1. Mammalia (Leber)				
Praomys tullbergi	0	0	0	19
Mus musculoides	0	0	0	3
Crocidura spec.	0	0	0	5
2. Aves (Leber)				
Turdus pelios	0,00	0	0,04	10
Andropadus virens	0,02	0	0,09	10
Phyllastrephus scandens	0,00	0	0	7
Ispidina picta	0,01	0	0,04	6
Halcyon malimbicus	0,00	0	0	4

Diese Werte verdeutlichen, daß als Ausgangspunkt für die Untersuchungen mit ppm-Werten gerechnet werden müssen, die höchstens im Bereich von ppm x 10^{-2} liegen.

Direkt nach der Sprühaktion schwankten bei sämtlichen untersuchten trophischen und systematischen Gruppen die Dieldrin-Gehalte außerordentlich stark. Dies ist durch die unterschiedlich starke Exponierung einzelner Individuen durch verschiedenes Verhalten und unterschiedlichen Aufenthalt (Savanne oder Galeriewald) erklärt.

Tab. 5: Dieldrin-Gehalt (ppm/FG) direkt nach der Applikation (15.III. - 7.IV.1979)

Art	$\bar{x}/\tilde{x}$	Min	Max	n
1. Mammalia (Leber)				
Praomys tullbergi (granivor)	0,37	0,00	1,20	13
Lissonycteris angolensis (fructiv.)	9,81	0,00	94,28	9
Micropteropus pusillus (fructivor)	136,00	1,48	174,81	11
Hipposideros commersoni gigas (insectiv.)	3,90	0,64	5,82	4
Pipistrellus nanulus (insectivor)	3,65	2,02	5,28	1
2. Aves (Leber)				
Halcyon malimbicus (insectiv.)	4,30	2,21	4,30	8
Ispidina picta (insectiv.)	0,60	0,28	1,28	10
Platysteira cyanea (insectiv.)	0,04	0,00	0,05	4
Terpsiphone viridis (insectiv.)	0,00	0	0	4
Turdus pelios (polyphag)	0,43	0,20	0,91	8
Nectarinia verticalis nectariv., insectiv.)	1,80	1,03	2,44	5
3. Pisces				
Aphyosemion bualanum	0,09	0,00	214,34	(ca. 120)
Clarias walkeri	0,97	0,00	3,42	4
4. Insecta				
Lep., Sphingidae	0,83	0,00	1,04	(15)
Isoptera (winged)	0,10	0,00	0,31	(ca. 200)
Caelifera	6,53	0,00	13,16	2
Formic., Dorylus-♂♂	0			(ca. 10)

Die Kontrolluntersuchungen nach einem Jahr erscheinen uns außerordentlich wichtig zu sein, da artspezifische Dieldrin-Gehalte zu diesem Zeitpunkt in Verbindung mit Populationskontrollen wesentliche Aussagen über die Langzeitwirkung des Pestizids erlauben.

Tab. 6: Dieldrin-Gehalte (ppm/FG) ein Jahr nach der Applikation (Februar 1980)

Art	$\bar{x}/\tilde{x}$	Min	Max	n
Praomys tullbergi (Leber)	0,29	0,04	0,74	3
Micropteropus pusillus (Leber)	0,14	0,02	0,20	3
Halcyon malimbicus (Leber)	6,52	5,44	7,70	2
Nectarinia verticalis (Leber)	0,24			1
Turdus pelios (Leber)	3,00	0	6,00	2
Dorylus-♂♂ (Formic.) (Ganzkörper)	0,15	0,14	0,15	(15)
Lumbricidae (Ganzkörper)	0,02	0,02	0,02	(50)

Wie folgende Tabelle 7 zeigt, erreichen keine der untersuchten Lebensmittel des Menschen ein Jahr nach der Applikation gesundheitsschädliche Konzentrationen.

Tab. 7: Dieldrin-Gehalte (ppm/FG) ein Jahr nach der Applikation (Februar 1980)

Probe	Dieldrin-Gehalt
Kuhmilch	0
wilder Honig	0
Rindfleisch	0,02
Clarias walkeri	0,02

6. Zusammenfassung

1. In Adamaoua werden einmalig mindestens 10 % der gesamten oberirdischen Biomasse der Evertebraten vernichtet, um eine Art, den Krankheitsüberträger *Glossina morsitans submorsitans*, auszurotten.

2. Die Arthropodenfauna der Bodenoberfläche im Galeriewald als Gesamtheit zeigt auch ein Jahr nach der Applikation noch eine signifikante Individuenabundanzreduktion, was im Zusammenhang mit den Diversitätsanalysen auf eine Schwächung der Stabilität der Zönose gegenüber äußeren Einflüssen schließen läßt. Dagegen zeigen die Diversitätswerte gleichzeitig Ergebnisse, die eine vollständige Restaurierung der Eigenstabilität der Lebensgemeinschaft indizieren.

3. Phytophage Insekten der Kraut- und Laubschicht des Galeriewaldes (als Beispiel wurden die Macroheteroceren vorgestellt) machen deutlich, daß einzelne Biozönosen durch die Dieldrin-Applikation instabil werden, was sich u. a. in der Verminderung des Diversitätswertes ausdrückt. Einzelne Arten werden durch das Pestizid im Applikationsgebiet vernichtet.

4. Die Dieldrin-Applikation hatte auf die Häufigkeit der erfaßten Fische keinen Einfluß. Auch beim Macrobenthos konnte kein negativer Effekt des Pestizids nachgewiesen werden. Dagegen werden die Wasserläufer (Amphicorisae) und Taumelkäfer (Gyrinidae) nachhaltig in ihrer Abundanz reduziert.

5. Bei Vertebraten konnte nach dem Insektizideinsatz keine akute Mortalität festgestellt werden.

6. Aufgrund der chemischen Rückstandsanalysen im Zusammenhang mit Nahrungsnetzanalysen läßt sich feststellen, daß früchtefressende Vögel längerfristig gefährdet zu sein scheinen, während die frugivoren Flughunde, die direkt nach dem Sprühen z. T. extrem hohe Dieldrin-Rückstände in der Leber aufwiesen, nach einem Jahr stark reduzierte Rückstandswerte aufweisen und auch in ihrer Populationsstruktur keine negativen Veränderungen erkennen lassen.

7. Bei manchen Arten insektivorer Vögel deuten die Rückstandswerte auf kurz- und längerfristige Gefährdung hin, doch konnten auch ein Jahr nach der Insektizidbesprühung keine negativen Populationsentwicklungen beobachtet werden. Dagegen konnten im engeren Untersuchungsgebiet insektivore Fledermäuse sowie Spitzmäuse nach einem Jahr nicht mehr nachgewiesen werden.

8. In menschlichen Nahrungsmitteln konnten ein Jahr nach der Applikation keine gesundheitsschädlichen Pestizidrückstände gefunden werden.

9. Durch unsere Untersuchungen können trotz des Nachweises der starken Direktwirkung des Dieldrins auf "non-target"-Organismen im terrestrischen Bereich sowohl bezüglich der Individuenabundanzreduktion als auch bezüglich der Ausrottung einiger Arten im engeren Applikationsgebiet keine das Galeriewald-Ökosystem als Ganzes betreffenden strukturellen und energetischen Veränderungen festgestellt werden. Diese Aussage gilt unter der Voraussetzung, daß der derzeitige Ausfall der insektivoren Kleinsäuger rasch durch Zuwanderung aus nicht geschädigten Gebieten ausgeglichen werden kann, was durch eine Fortführung des Projektes während der nächsten Jahre kontrolliert werden wird.

7. Summary

1. With a single treatment, at least 10 % of the whole overground biomass of evertebrates are destroyed in Adamaoua in order to extinguish one disease vector, i. e. *Glossina morsitans submorsitans.*

2. One year after treatment, the arthropod fauna of the ground surface in the gallery forest as a whole shows a significant reduction of the abundance of individuals. In connection with the diversity analyses these results indicate a weakening of the biocenosis' stability concerning exogenous influences. On the other hand, the diversity values simultaneously give results which indicate a complete restauration of the inner stability of the biocenosis.

3. Phytophagous insects of the herbaceous and foliage layers of the gallery forest (studies made on the example of the Macroheterocera) illustrate that some biocenoses are becoming instable by Dieldrin treatment, a fact which is reflected among others by the reduction of the diversity value. It could further be proved that some non-target species in the treated area were destroyed by the pesticide.

4. Dieldrin treatments have no influence on the abundance of the surveyed fishes. Macrobenthos could not be proved to be negatively affected by the pesticide either. Only water-striders and whirling beetles were considerably reduced in abundance.

5. In vertebrates, no acute mortality could be found after spraying.

6. On the basis of the chemical residue analyses in connection with the analyses of the food web, it can be stated, that fruit-eating bats, which showed in some cases an especially high concentration of the noxious agent directly after treatment, could be found to have strongly reduced residue values after one year and did not show any negative changes in their population structure either.

7. The residue values of some insect-eating birds indicate the risk of an acute as well as a long-term damage, though even one year after spraying no negative population development could be observed. On the other hand, in the selected study area, insectivorous bats and shrews could not longer be recorded.

8. In human foodstuff no noxious pesticide levels could be found to occur one year after treatment.

9. In spite of the evidence of an extremely strong direct effect of Dieldrin on non-target terrestrial organisms both with regard to the abundance reduction of individuals and the extinction of some species within the treated area, the present investigations did not reveal any structural or energetic changes of the gallery forest ecosystems as a whole. This statement is valid provided that the acute loss of insectivorous small mammals can be compensated rapidly from uninjured regions, what will be controlled during the next years by the continuation of the ecological investigations.

8. Resumo

1. Em Adamaoua foram exterminados por uma única aplicação de inseticida, pelo menos 10 % da biomassa total dos invertebrados da superfície do solo para exterminar uma espécie, o vetor *Glossina morsitans submorsitans.*

2. A fauna de artrópodos da superfície do solo no mato de galeria em geral mostra ainda um ano depois da aplicação uma redução da abundância de indivíduos, que juntamente a análise de diversidade indica uma diminuição da estabilidade da cenose contra influências exteriores. Porém, os valores de diversidade mostram ao mesmo tempo resultados, que indicam uma restauração total da estabilidade propria da biocenose.

3. Insetos fitófagos do estrato das ervas e folhagens do mato de galeria (como exemplo foram discutidos os Macroheteroceros) indicam, que algumas biocenoses ficaram instáveis pela aplicação do dieldrin, o que se mostra na redução do número de diversidade. Algumas espécies foram erradicadas pelo pesticida na área de aplicação.

4. A aplicação de dieldrin não teve influência na abundância da ictio fauna levantada. Também em relação ao macrobentos não podia-se provar efeitos negativos da aplicação do pesticida. Por outro lado Amphicarisae e Gyrinidae foram reduzidos drasticamente na sua abundância.

5. Em relação aos vertebrados com a aplicação do inseticida não se pode demonstrar uma mortalidade aguda.

6. As análises químicas juntamente com a avaliação das cadeias alimentares mostram que, pássaros frutiferos retenham altas concentrações do inseticida a longo prazo, enquanto que morcegos frutíferos, que logo depois da aplicação, mostraram altas concentrações de dieldrin no fígado, depois de um ano mostraram concentrações fortemente reduzidas sem demonstrar modificações negativas na sua estrutura populacional.

7. Em algumas espécies de pássaros insetívoros as concentrações do inseticida poderiam causar risco de extermínio a curto e longo prazo, porém mesmo após um ano da aplicação do inseticida não se observou desenvolvimento populacional negativo. Por outro lado não se encontram mais morcegos insetívoros e Soricidae na área investigada depois de 1 ano.

8. Em ítens alimentares para o consumo humano, um ano após a aplicação do pesticida não se encontrou resíduos nocivos.

9. Pelos nossos estudos não podemos constar modificações estruturais e energéticas em relação ao ecossistema da floresta de galeria em geral, mesmo provando uma forte influência direta do dieldrin aos "non-target" - organismos no meio ambiente terrestre tanto em relação á redução da abundância de indivíduos quanto â extermínio de algumas espécies na área de aplicação direta. Este depoimento somente é válido se a perda de pequenos mamíferos insetívoros pode ser compensada rapidamente pela imigração de áreas não afetadas. Isso será estudado durante a continuação do projeto nos próximos anos.

9. Bibliographie (Auszug)

KOEMAN, J. H. et al. (1978): Three years observations on side-effects of helicopter applications of insecticides used to exterminate *Glossina* species in Nigeria.- Environm. Poll. 15: 31 - 59.

MÜLLER, P. (1980): Ecological parameters and their significance for pollution monitoring in the terrestrial environment.- In: "Pollutants and their ecotoxicological significance for European regions". VI. Session of Europ. Environm. Summerschool E 4, KFA Jülich (in press).

MÜLLER, P. and P. NAGEL (1980): Incidence des insecticides sur les écosystèmes du Haut Plateau de l'Adamaoua (Caméroun).- In: GTZ & I.E.M.V.T. (Eds.): Evaluation des projets de lutte contre les Glossines et les Trypanosomiases. Actes du Colloque, Korhogo, Côte d'Ivoire, 6 - 9 novembre 1979, pp. 141 - 152.
NAGEL, P. (1978): Speziesdiversität und Raumbewertung.- Verh. Dt. Geographentag 41: 486 - 498.
NAGEL, P. (1980): Ecological effects of tsetse control (short-term and long-term effects including game).- Proc. Congr. "Impact of animal disease research and control on livestock production in Africa", Nairobi, Sept. 1980 (in press).

Anschrift der Autoren:

Prof. Dr. rer. nat. Paul Müller
Dr. Peter Nagel
Dipl.-Math. Werner Flacke
Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Biogeographie
6600 Saarbrücken

BR Deutschland

Zum Druck angenommen im Juni 1980